

Анна Владиславовна Яновская

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, аспирант кафедры органической и аналитической химии, Красноярск, Россия

E-mail: entalpiya@list.ru

Ольга Петровна Калякина

Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, доцент базовой кафедры химии и технологии природных энергоносителей и углеродных материалов, кандидат химических наук, доцент, Красноярск, Россия

E-mail: kalyakina@mail.ru

Андрей Петрович Кузьмин

Сибирский федеральный университет, заведующий лабораторией спектроскопических методов анализа Центра коллективного пользования, Красноярск, Россия

E-mail: arkuzmin@mail.ru

Юлия Александровна Щурова

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистрант кафедры органической и аналитической химии, Красноярск, Россия

E-mail: iu.shurova@yandex.ru

ПРОФИЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИННОЙ ПРОДУКЦИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Винопроизводство в Российской Федерации занимает особое место в экономике страны. На сегодняшний день ассортимент вина велик, а ценовая составляющая неравномерна, нередко случаи замены недобросовестными производителями качественного товара с известной маркой на низкокачественную продукцию. В настоящее время для целей экспертизы широко используют профильный анализ, представляющий собой анализ совокупности индивидуальных характеристик продукта. Наиболее полную информацию можно получить, используя совокупность физико-химических методов. В работе проведен анализ образцов белых сухих вин марки «Шардоне» различной ценовой категории, приобретенных в сетевом супермаркете г. Красноярска, методами ионной хроматографии, ИК-, КР-, УФ- спектроскопии и флуоресценции. Методом одноколоночной ионной хроматографии в образцах белых сухих вин «Шардоне» определено содержание хлорид-, сульфат- и нитрат-ионов. Суммарное содержание неорганических анионов в трех из четырех исследуемых образцов практически совпадает. Исключение составляет вино «Шардоне Марипоса» производства ООО «Виньедос Пие де Пало». В указанном образце также обнаружено наибольшее содержание нитрат-ионов. Установлено, что спектральные профили большинства образцов белых вин марки «Шардоне», полученные методом ИК- и КР-спектроскопии, совпадают по форме, положению и интенсивности максимумов. Наибольшие различия наблюдаются в спектрах УФ-спектроскопии и флуоресценции сухих белых вин различных производителей, что позволяет рекомендовать эти методы для их идентификации.

Ключевые слова: винная продукция, ионная хроматография, спектроскопия, профильный анализ.

Anna V. Yanovskaya

Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals and Materials Science, Postgraduate Student at the Department of Organic and Analytical Chemistry, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: entalpiya@list.ru

Olga P. Kalyakina

Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas, Associate Professor at the Basic Department of Chemistry and Technology of Natural Energy Carriers and Carbon Materials, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: kalyakina@mail.ru

Andrey P. Kuzmin

Siberian Federal University, Head of the Laboratory of Spectroscopic Methods of Analysis, Center for Collective Use, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: apkuzmin@mail.ru

Yulia A. Shchurova

Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals and Materials Science, Master's Student at the Department of Organic and Analytical Chemistry, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: iu.shurova@yandex.ru

PROFILE ANALYSIS OF WINE PRODUCTS BY PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS

Wine production in the Russian Federation occupies a special place in the country's economy. Today the assortment of wine is large, and the price component is uneven, there are frequent cases of replacement of quality goods with a well-known brand by unscrupulous producers with low-quality products. Currently, for the purpose of expertise, profile analysis is widely used, which is an analysis of a set of individual characteristics of a product. The most complete information can be obtained using a combination of physical and chemical methods. The paper analyzes samples of dry white wines of the "Chardonnay" brand of various price categories, purchased in a chain supermarket in Krasnoyarsk, using ion chromatography, IR, Raman, UV spectroscopy and fluorescence. The content of chloride, sulfate and nitrate ions was determined by the method of single-column ion chromatography in samples of dry white wines "Chardonnay". The total content of inorganic anions in three of the four studied samples practically coincides. The exception is the wine "Chardonnay Mariposa" produced by LLC "Vinyedos Pie de Palo". The specified sample also contained the highest content of nitrate ions. It was found that the spectral profiles of most samples of white wines "Chardonnay", obtained by IR and Raman spectroscopy, coincide in the shape, position and intensity of the maxima. The greatest differences are observed in the spectra of UV spectroscopy and fluorescence of dry white wines from different manufacturers, which makes it possible to recommend these methods for their identification.

Keywords: wine products, ion chromatography, spectroscopy, profile analysis.

Введение. На сегодняшний день ассортимент вина велик, а ценовая составляющая неравномерна, нередки случаи замены недобросовестными производителями качественного товара с известной маркой на низкокачественную продукцию.

Из-за большого экономического и социального значения виноделия очень важным является развитие аналитических методов классификации и идентификации вин, прежде всего для защиты торговых марок, предотвращения фальсификаций вин и искажений информации о качестве вина.

В настоящее время для целей экспертизы широко используют профильный анализ, представляющий собой анализ совокупности индивидуальных характеристик продукта. Причем наиболее полную информацию можно получить, используя совокупность методов [1].

Цель исследования. Профильный анализ вин спектроскопическими методами и методом ионной хроматографии.

Задачи исследования: определить анионный состав образцов белых сухих вин методом одноколоночной ионной хроматографии, методами ИК-, КР-, УФ-спектроскопии и флуоресценции; получить спектральные профили образцов вин и сделать вывод об их применимости для целей идентификации.

Объекты исследования и приборное обеспечение. В качестве объектов исследования были выбраны четыре образца белого сухого вина «Шардоне» различной ценовой категории, приобретенные в торговой сети «Командор» г. Красноярск: «Шардоне» (ООО «Кахети» г. Томск), «Шардоне Вилла Крым» (ООО «Алеф-Виналь-Крым» пгт Почтовое), «Шардоне Мари-

поса» (ООО «Виньедос Пие де Пало» г. Санкт-Петербург), «Шардоне Виконт» (ЗАО «Славянский», г. Москва).

Ионный состав образцов определяли методом ионной хроматографии на переносном портативном одноколоночном ионном хроматографе PIA-1000 (Shimadzu Corporation, Япония, 2007), снабженном кондуктометрическим детектором и разделяющей колонкой Shim-pack IC-AIS (4.6-100 мм). В качестве элюента для анализа неорганических анионов применяли раствор 2,5 ммоль/дм³ C₆H₄(COOH)₂, (pH = 4,0). Скорость потока элюента составляла 1,5 см³/мин.

Для изучения спектральных характеристик винной продукции использовали спектрофотометр Lambda 950 (Perkin Elmer); люминесцентный спектрометр LS 55 (Perkin Elmer); спектрометр комбинационного рассеяния Nicolet Almega XR с приставкой многократного нарушенного полного внутреннего отражения Smart Multi-Bounce HATR (Thermo Fisher Scientific); ИК-Фурье спектрометр Nicolet 380 FT-IR (Thermo

Fisher Scientific). Работа выполнена в Центре коллективного пользования СФУ.

Результаты исследования и их обсуждение. Методом одноколоночной ионной хроматографии в образцах белых сухих вин определено содержание хлорид-, сульфат- и нитрат-ионов (табл.). Суммарное содержание неорганических анионов в исследуемых образцах варьируется в диапазоне от 29 до 42 мг/дм³. Наибольшее различие наблюдается в концентрациях нитрат- и сульфат-ионов. Концентрация NO₃⁻ находится в диапазоне от 27 до 39 мг/дм³, SO₄²⁻ – от 0,2 до 2 мг/дм³. Так, в образце вина «Шардоне Марипоса» производства ООО «Виньедос Пие де Пало» суммарное содержание неорганических анионов на 25 % выше, чем в других винах, в этом же образце наблюдается самое высокое из исследуемых образцов содержание нитрат- и сульфат-ионов.

Методами ИК-, КР-, УФ-спектроскопии и флуоресценции получили спектральные профили образцов белых сухих вин (рис. 1–4).

Результаты ионохроматографического анализа белых сухих вин

Образец	C±ΔC, мг/дм ³			Суммарное содержание анионов, мг/дм ³
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	
Шардоне	1,45±0,03	32,37±0,22	0,33±0,01	34
Шардоне Вилла Крым	1,38±0,27	27,3±0,6	0,67±0,05	29
Шардоне Марипоса	1,41±0,11	38,80±0,30	2,19±0,17	42
Шардоне Виконт	1,62±0,06	31,4±0,7	0,19±0,04	33

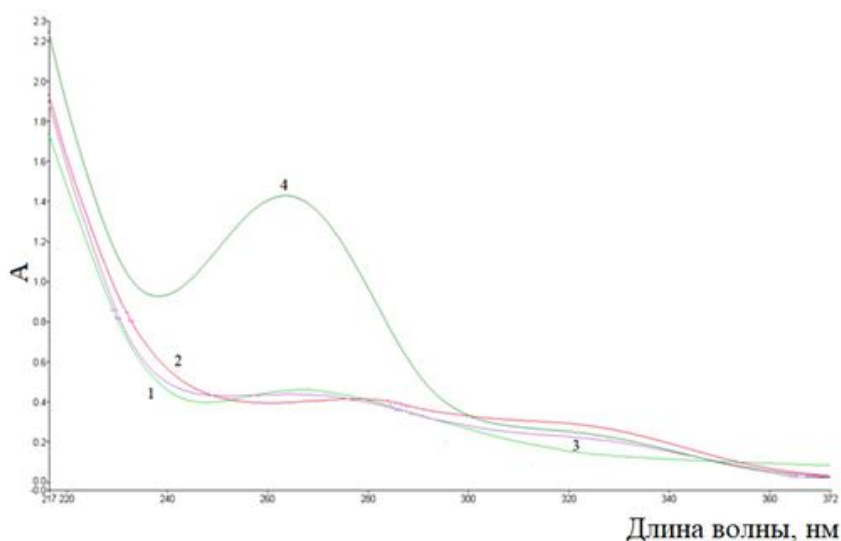


Рис.1. УФ-спектры образцов вин: 1 – Шардоне; 2 – Шардоне Вилла Крым; 3 – Шардоне Марипоса; 4 – Шардоне Виконт

В УФ-спектрах всех исследуемых образцов белого вина марки «Шардоне» наблюдается широкая бесструктурная полоса с максимумами поглощения в диапазоне длин волн 263–277 нм, которая, по литературным данным, может соответствовать полиоксифенолам (танинам), в значительных количествах содержащихся в винах [2]. Наиболее выражена данная полоса поглощения в спектре вина «Шардоне Виконт».

Максимум в диапазоне 320–340 нм можно отнести к оксикоричным и оксибензойным кислотам [2–4].

В спектрах флуоресценции всех образцов (рис. 2) наблюдаются пики в области 340–380 нм, соответствующие ароматическим карбоновым кислотам [5] и в области 420–450 нм, характерные для полифенолов (танины, катехины) [5, 6].

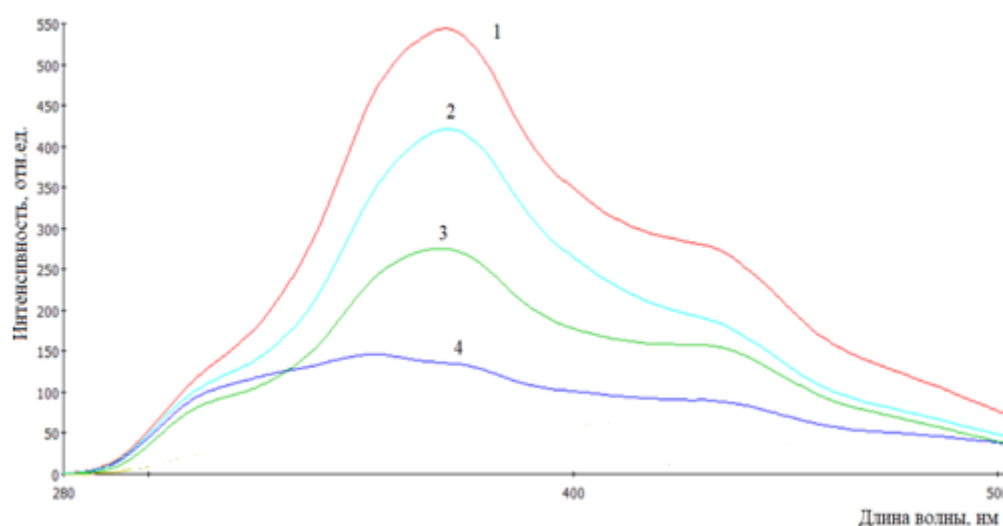


Рис. 2. Спектры флуоресценции образцов вин: 1 – Шардоне Марипоса; 2 – Шардоне Вилла Крым; 3 – Шардоне Виконт; 4 – Шардоне

Наиболее отчетливо максимум полифенолов проявляется в спектрах вин (Шардоне и Шардоне Виконт), относящихся к наиболее низкой ценовой категории.

Профили ИК-спектров всех исследуемых вин практически совпадают по положению максимумов поглощения (рис. 3).

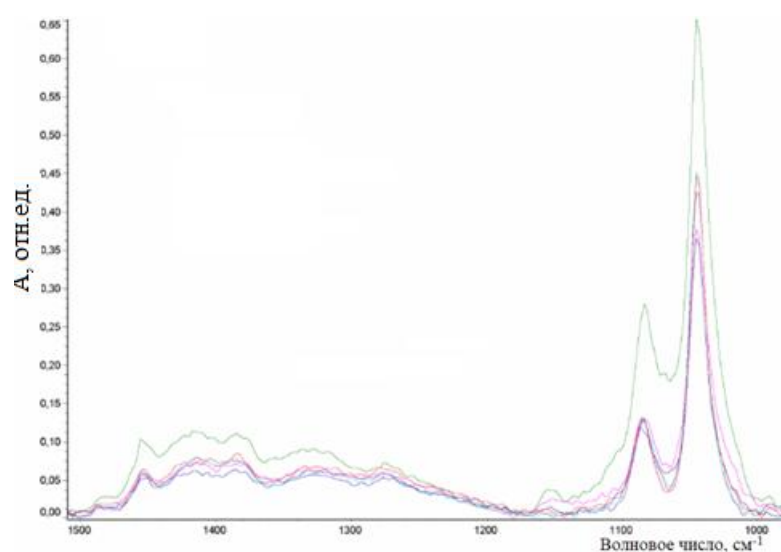


Рис. 3. Область валентных колебаний C-H в ароматических соединениях (Шардоне Виконт)

Наблюдаются пики в области частот 1000–1100 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям связей С–Н в ароматических соединениях [7], и 1100–1200 см^{-1} – характерные для сахаров [8], наибольшая интенсивность поглощения в

максимумах наблюдается в спектре образца вина «Шардоне Виконт».

Спектральные профили КР-спектров большинства исследуемых вин практически идентичны.

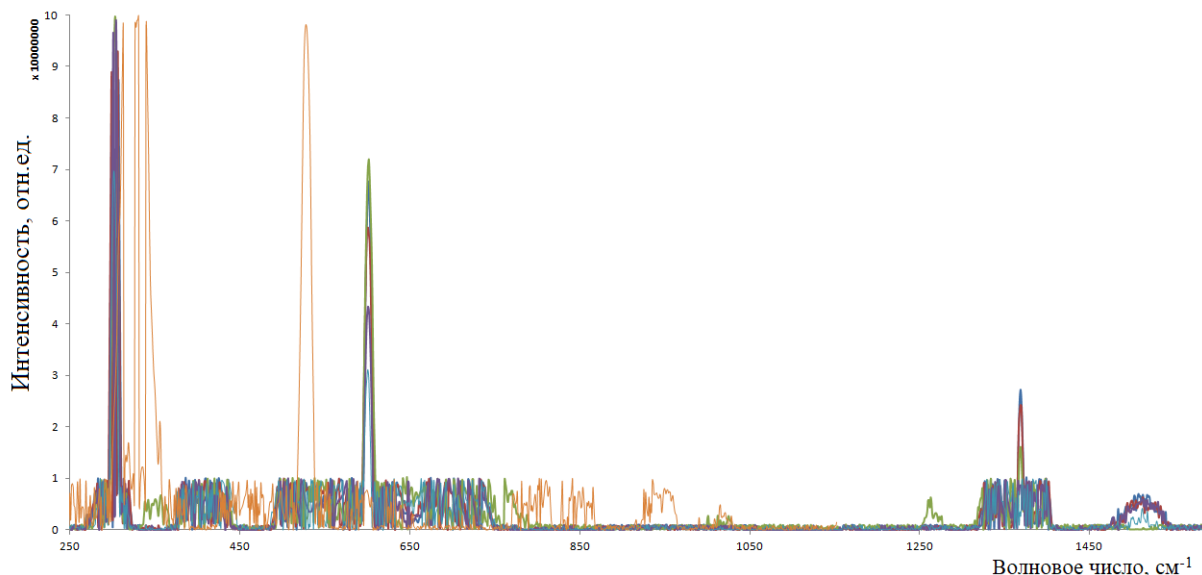


Рис. 4. Спектры комбинационного рассеяния образцов вин

Можно выделить полосы в области частот 500–700 см^{-1} , соответствующие соединениям, содержащим серу, 1450–1600 см^{-1} – аминам (пищевые добавки), 1320–1420 см^{-1} – ароматическим соединениям [9, 10].

Таким образом, наибольшие различия наблюдаются в спектрах УФ-спектроскопии и флуоресценции сухих белых вин различных производителей, что позволяет рекомендовать эти методы для идентификации образцов.

Выводы. В качестве маркеров, позволяющих отнести образец к определенной партии и производителю, можно предложить следующие:

- содержание сульфат- и нитрат-ионов;
- величина максимума поглощения в УФ-спектре в диапазоне 263–277 нм;
- интенсивность флуоресценции в диапазонах 340–380 и 420–450 нм.

Применение комбинации ионной хроматографии и спектроскопических методов в экспертизе винной продукции повысит обоснованность и достоверность принимаемых выводов о качестве продукта, снизит влияние особенностей отдельных методов на получаемый результат.

Литература

1. *Алексеев А.Л.* Новые физико-химические и биотехнологические методы обработки пищевого сырья и продуктов. Персиановский: Донской ГАУ, 2019. 183 с.
2. *Ульянова Е.В., Ларионова О.Г., Ревина А.А.* Высокоэффективная жидкостная хроматография в исследовании антиоксидантных свойств вин // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10. № 4. С. 522–532.
3. *Тимофеев Р.Г., Фоменко Н.А.* Изучение спектров поглощения вин различных типов и возраста в УФ-диапазоне длин волн // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 21. № 2. С. 158–161.
4. *Jianping S., Liang F., Bin Y.* Screening non-colored phenolics in red wines using liquid chromatography/ultraviolet and mass spectrometry, mass spectrometry Libraries // MDPI Open Access Journals. 2007. 12(3). P. 679–693.
5. *Suciu R., Zarbo L.* Application of fluorescence spectroscopy using classical right angle technique in white wines classification // Scientific reports. 2019. 9(1). P. 1–10.

6. *Sadecka J., Majek P.* Fluorescence spectroscopy for discrimination of botrytized wines // *Food control*. 2018. № 88. P. 75–84.
7. *Bauer R., Kossman J.* FTIR Spectroscopy for grape and wine analysis // *Analytical Chemistry*. 2008. № 5. P. 1372–1379.
8. *Basalekou M., Pappas C.* Wine authenticity and traceability with the Use of FT-IR // *ResearchGate*. 2020. 6(2). P. 30–36.
9. *Lin-Vien D., Colthup N.B.* The handbook of infrared and raman characters frequencies of organic molecules. Boston : Academic Press, 1991. 503 p.
10. *Martin C., Medina B.* Raman spectroscopy of white wines // *Food chemistry*. 2020. № 181. P. 235–240.

References

1. *Alekseev A.L.* Novy`e fiziko-himicheskie i biotekhnologicheskie metody obrabotki pishhevogo sy`r`ya i produktov. *Persianovskij: Donskoj GAU*, 2019. 183 s.
2. *Ul`yanova E.V., Larionova O.G., Revina A.A.* Vy`sokoe`ffektivnaya zhidkostnaya hromatografiya v issledovanii antioksidantny`h svojstv vin // *Sorbcionny`e i hromatograficheskie processy`*. 2010. T. 10. № 4. S. 522–532.
3. *Timofeev R.G., Fomenko N.A.* Izuchenie spektrov pogloscheniya vin razlichny`h tipov i vozrasta v UF-diapazone dlin voln // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2019. T. 21. № 2. S. 158–161.
4. *Jianping S., Liang F., Bin Y.* Screening non-colored phenolics in red wines using liquid chromatography/ultraviolet and mass spectrometry, mass spectrometry Libraries // *MDPI Open Access Journals*. 2007. 12(3). P. 679–693.
5. *Suciu R., Zarbo L.* Application of fluorescence spectroscopy using classical right angle technique in white wines classification // *Scientific reports*. 2019. 9(1). P. 1–10.
6. *Sadecka J., Majek P.* Fluorescence spectroscopy for discrimination of botrytized wines // *Food control*. 2018. № 88. P. 75–84.
7. *Bauer R., Kossman J.* FTIR Spectroscopy for grape and wine analysis // *Analytical Chemistry*. 2008. № 5. P. 1372–1379.
8. *Basalekou M., Pappas C.* Wine authenticity and traceability with the Use of FT-IR // *ResearchGate*. 2020. 6(2). P. 30–36.
9. *Lin-Vien D., Colthup N.B.* The handbook of infrared and raman characters frequencies of organic molecules. Boston : Academic Press, 1991. 503 p.
10. *Martin C., Medina B.* Raman spectroscopy of white wines // *Food chemistry*. 2020. № 181. P. 235–240.

